Aus der Medizinischen Klinik der Universität Bonn a. Rh.
Direktor: Professor Dr. Martini.

Pneumotachographische Untersuchungen bei Asthmakranken*)

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Medizinischen Fakultät der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität zu Bonn.

Vorgelegt am 4. Februar 1937

von

Lothar Walters

aus Montabaur (Westerwald).

*) Mit Unterstützung des Westdeutschen Tuberkuloseforschungsinstitutes.

Bonn 1937
Anton Brand, Bonn

Gedruckt
mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.
Referent: Dozent Dr. Heymer.
Korreferent: Prof. Dr. Martini.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern!

Die Atmung ist ein komplizierter physiologischer Vorgang und steht in inniger Beziehung zum Kreislauf. Man kann eine äußere und eine innere Atmung unterscheiden. Sowohl mechanische Einflüsse als auch Änderungen im physiologisch-chemischen Gasaustausch zwischen Außenluft und Blut vermögen den Atmungsvorgang zu beeinflussen. Konstitution, Alter, Training, Zusammensetzung der Atemluft, körperliche Anstrengung, Pharmaka, vermögen das Bild des Atmungsablaufs zu beeinträchtigen. Man versuchte von den verschiedensten Gesichtspunkten aus beim Gesunden und beim Kranken die Atmungsverhältnisse zu studieren.

Marey benutzte den Thorakographen, um Schwankungen einzelner Thoraxpunkte aufzuzeichnen. Mit Hilfe der Spirometrie bestimmte man Frequenz, Regelmäßigkeit und die geatmete Luftmenge. Ewald leitete die Atemluft in eine Flasche und registrierte die in der Flasche auftretenden Druckschwankungen, um so Einsicht in die Atemfunktion zu gewinnen. Rosenthal und J. Gad lehnten diese Methode ab. Eine weitere Möglichkeit zu Atmungsstudien wurde gesehen in der Registrierung der Atemgeschwindigkeit. Bergeon und Kastus versuchten dies zu erreichen, indem sie die Versuchspersonen gegen eine dünne Platte atmen ließen, die durch zwei Federn in ihrer Lage gehalten wurde. Durch die Atemluft wurde die Platte bewegt, und man konnte so die Strömungsgeschwindigkeit durch ein aufgeklebtes Spiegelchen auf einen photographischen Filmstreifen aufzeichnen. Es kam darauf an, die einzelnen Vorgänge bei der Atmung genau und möglichst einfach zu analysieren. Ein Apparat, der diesem Zweck genügt, ist der Pneumotachograph von Fleisch.

Die Konstruktion des Fleisch'schen Pneumotachographen geht von dem Poisseuille'schen Gesetz aus, das besagt, daß in einem Röhrensystem bei gleitender Strömung im System an zwei verschiedenen Stellen des Rohres Druckgefälle besteht. Der

Pneumotachograph beſteht aus dem Röhrenſyſtem, an das ein Mundſtück für die durchatmende Perſon angeſetzt wird. Um in dem Röhrenſyſtem lineare Strömung, d. h. turbulenzfreie, in einer Richtung verlaufende Strömung zu erzielen, iſt das Syſtem aus vielen (69) einzelnen Röhrchen von etwa 2 mm Durchmeſſer zuſammengeſetzt. Von einem dieſer Röhrchen ſind in 15 cm Abſtand ſenkrecht zwei Anſatzröhrchen aus Silber abgeführt. Bei gleitender Strömung im Syſtem findet man nun in dieſen beiden Anſatzröhrchen eine Druckdifferenz, die mit Hilfe zweier gleichlanger Gummiſchläuche auf eine Druckdifferentialkapſel übertragen wird. Die Kapſel iſt durch eine Gummimembran in eine vordere und in eine hintere Druckdifferentialkammer getrennt. Bei Druckdifferenz im Syſtem überträgt ſich dieſe auf die Gummimembran, die ſich entſprechend der Druckdifferenz vor- oder einwärts wölbt. Ein aufgeklebtes Spiegelchen, das von einer Lichtquelle angeſtrahlt wird, reflektiert das Licht auf einen rotierenden Filmſtreifen. Ein Zeitſchreiber gibt die Geſchwindigkeit an, mit der der Film abrollt. Mit dieſem Apparat erhält man ſehr genaue Aufzeichnungen, da ſchon kleinſte Strömungsſchwankungen der Atemluft regiſtriert werden können. Aus den erhaltenen Kurven, den Pneumotachogrammen, kann man ableſen:

1. Typus der Atmung.
2. Inſpirationszeit und Exſpirationszeit.
3. Größte Geſchwindigkeit der Atemluft.
4. Mittlere Geſchwindigkeit der Atemluft.
5. Frequenz.
6. Minutenvolumen.

Um feſtzuſtellen, daß der Pneumotachograph einwandfrei arbeitet, iſt eine Eichung notwendig. Es muß Proportionalität zwiſchen Atemgeſchwindigkeit und Ausſchlagsgröße beſtehen. Aus einer Gasbombe läßt man durch eine vorgeſchaltete Gasuhr einen konſtanten Gasſtrom fließen, und man läßt den reſultierenden Ausſchlag aufzeichnen. Mit Hilfe einer Stoppuhr errechnet man das Sekundenvolumen des konſtanten Gasſtromes. Sekundenvolumen dividiert durch Ausſchlagsgröße ergibt den Eichungswert,

eine Konſtante. Beſteht bei verſchiedenen durchgeleiteten Strömen in Bezug auf Ausſchlagsgröße Proportionalität, d. h. iſt das Sekundenvolumen dividiert durch Ausſchlagsgröße gleich der Konſtanten, ſo hat der Apparat ſeine ausreichende Genauigkeit. Zu Beginn und zum Schluß des Verſuches läßt man, ohne daß durch das Syſtem geatmet wird, ein Stück Film abrollen. Dieſe beiden Linien werden miteinander verbunden und man erhält ſo die Nullinie. Die Ausſchläge, die bei der Atmung oberhalb der Nullinie ſich aufzeichnen, geben den Verlauf des Exſpiriums wieder, die Aufzeichnungen unterhalb der Nullinie den Verlauf des Inſpiriums. Inſpirationszeit und Exſpirationszeit ſind dargeſtellt durch den Schnittpunkt der Atemkurve mit der Nullinie. Die maximale Geſchwindigkeit errechnet ſich aus dem größten Abſtand von der Nullinie mit Hilfe des Eichwertes. Durch planimetriſche Ausmeſſung der Kurvenflächen kann man nach der einfachen Formel: EW mal Fläche das Volumen beſtimmen. (mm/sec iſt die

$$\frac{\text{mm/sec}}{}$$

Geſchwindigkeit des rotierenden Filmes.) Die mittlere Geſchwindigkeit iſt der Quotient: Volumen durch Zeit. Das Minutenvolumen iſt Volumen mal Frequenz. Der ſchädliche Raum im ganzen Syſtem beträgt etwa 90 ccm. Die Naſenatmung wird durch eine Klemme ausgeſchaltet, was allerdings nach den Unterſuchungen von Hartwich keine weſentlichen Änderungen des Pneumotachogrammbildes hervorrufen ſoll.

Dieſe Pneumotachogramme geben einen guten Einblick in den Ablauf der normalen Atmung, wie auch in die Verhältniſſe bei Atemſtörungen. Sie können uns für die Differentialdiagnoſe, aber auch für die Therapie Hinweiſe liefern, ebenſo geben ſie uns eine Möglichkeit, den therapeutiſchen Erfolg von Medikamenten zu kontrollieren. Beſonders trifft dies zu für das Krankheitsbild des Asthma bronchiale.

Für den geſunden Menſchen ſind nach den Unterſuchungen Bretſchgers, die von anderen z. B. Wittkower, Petow, Hartwich u. a. beſtätigt wurden, drei Normaltypen für das

Pneumotachogramm zu unterſcheiden:

1. das kuppelförmige,
2. das ſpitzförmige,
3. das plateauförmige.

Für die einzelnen Krankheitsbilder ſind kennzeichnende Pneumotachogrammtypen beſchrieben worden. Für das Krankheitsbild des Asthma bronchiale und des Emphysems iſt eine Kurve charakteriſtiſch, bei der das Inſpirium in ſeiner Form nur ſelten verändert erſcheint, wo aber das Exſpirium typiſche Abweichungen zeigt. Die exſpiratoriſche Kurve beginnt ſteil mit einer ſogenannten Exſpirationszacke und fällt dann langſamer in einem ſpitzkonvexen Bogen zur Nullinie und läuft dort im letzten Viertel bis Fünftel faſt parallel. Plötzlich fällt die Kurve ſteil zur Nullinie ab zum Inſpirium. Den charakteriſtiſchen Verlauf dieſer Aſthmakurven, beſonders den Verlauf des Exſpiriums verſuchten verſchiedene Autoren zu deuten.

Engelmann weiſt darauf hin, daß gleich zu Beginn des Exſpiriums die Kurve raſch anſteigt, was mit der Annahme einer Stenoſe ſcheinbar wenig in Einklang zu bringen ſei. Er erklärt dies nun ſo, daß der größte Teil der Exſpirationsluft garnicht hinter die ſtenoſierten Bronchiolen gelangt iſt, ſondern aus den Bronchien ſtammt und hier nur den ſogenannten ſchädlichen Raum ausfüllt. Macklin hat feſtgeſtellt, daß die Bronchien beim Inſpirium nach unten länger und breiter, beim Exſpirium aber kürzer und enger werden. Beim Aſthmatiker ſoll dies nun extrem ausgebildet ſein und ſomit ein größerer ſchädlicher Raum entſtehen. Hartwich nimmt an, daß das Exſpirium wenigſtens zum Teil und beſonders im Beginn auf aktiver Muskelkontraktion beruht. Hochrein erklärt die Entſtehung der Kurve aus der mechaniſchen Behinderung der Atmung. Nach Schwenkenbecher ſoll die Stenoſe in den feinſten Bronchien zuſtande kommen durch Schwellung und Spasmus der Bronchialmuskulatur. Die Überdehnung der Alveolen und die maximale Inſpirationsſtellung des Thorax ſoll zunächſt die größte Ausnutzungsmöglichkeit der aktiven und paſſiven Ex-

ſpirationskräfte bieten. Nach Heinbecker ſoll dann noch eine Kaliberverengerung des geſamten Bronchialbaumes eintreten, die im Anfang eine ſchnelle, unbehinderte Ausſtrömung der Atemluft aus den oberen Luftwegen zuläßt. Engelhard führt den charakteriſtiſchen Verlauf der Exſpirationskurve auf die veränderten Elaſtizitätsverhältniſſe in der Lunge zurück, die hervorgerufen werden durch die ſtarke Inſpirationsſtellung des Thorax. Die Gleichgewichtslage der elaſtiſchen Spannung im Bruſtkorb liegt über der normalen Inſpirationsſtellung. Geht die Einatmung über die Gleichgewichtslage der Thoraxſpannung hinaus, ſo wird bei der Exſpiration ſowohl die Schwerkraft als auch die vermehrte Spannung gleichzeitig wirken und im Anfang ein ſchnelles Ausſtoßen der Atemluft ermöglichen. Wenn die Ausatmung die Gleichgewichtslage wieder erreicht hat und nach unten zu überſchreitet, wirkt die Thoraxſpannung den anderen retrahierenden Kräften entgegen, ſo daß die Ausatmung nur noch langſamer weitergeht.

Durch den Spasmus der Bronchialmuskulatur werden die Bronchien an vielen Stellen eingeengt, und durch die Schwellung der Schleimhaut werden vor allem die Bronchiallumina ſo verlegt, daß der Aſthmatiker gegen einen Widerſtand atmen muß. Es kommt ſo zur Stenoſeatmung mit den Zeichen der Atemnot, die den Aſthmatiker zwingt, tiefer und ſchneller zu atmen, um genügend Luft in die Alveolen aufnehmen zu können. Die Exſpirationszeit wird nach den Unterſuchungen Engelmanns, Hartwichs, Thiel und Quednaus, Wittkow und Peetows dabei verlängert. Bei jeder Einatmung bleibt nun, da die Ausatmung durch die Stenoſe behindert iſt, ein kleiner Reſt Luft in der Lunge zurück, und es kommt ſo langſam zu einer Lungenblähung. Die Lunge ändert ihre Elaſtizitätsverhältniſſe, und der ganze Thorax behält eine gewiſſe Inſpirationsſtellung bei. Da ja bei jedem Atemzug etwas Luft in den Alveolen zurückbleibt, ſteigt die Reſidualluft an, die Reſerve- und Komplementärluft ebenſo die Vitalkapazität nimmt ab. Das Minutenvolumen, das normal etwa 8 Liter beträgt, iſt beim Aſthmatiker größer. Es kommt daher, daß der Aſthmatiker einen größeren Bedarf an Luft hat, um ſie richtig

ausnutzen zu können, da er diese ja mit einer größeren Menge Residualluft mischen muß. Um einen genügenden Gasaustausch herbeizuführen, vertieft er die Atmung und beschleunigt sie, was eine Steigerung des Minutenvolumens hervorruft. Der Asthmakurve ähneln auch Pneumotachogramme bei Bronchitis usw. Nach Thiel und Quednau ist die Kurve des Asthmatikers durch Medikamente beeinflußbar. Da man annehmen muß, daß bei medikamentöser Behandlung des Asthma eine Umstellung des Atemvorganges eintritt, wurde versucht, den medikamentösen Erfolg pneumotachographisch festzulegen.

So haben Thiel und Quednau Änderungen der Atemkurven beschrieben, die mit Adrenalin und Atropin erreicht wurden. Die mit Adrenalin beeinflußten Kurven ließen nach einigen Minuten eine Umstellung auf ein normales, mehr kuppelförmiges Bild erkennen. Minutenvolumen und Atemtiefe vergrößerten sich, die maximale Geschwindigkeit wurde gesteigert. Durch Atropin erreichten sie Gegenteiliges, denn Minutenvolumen und Atemtiefe verkleinerten sich, die maximale Geschwindigkeit wurde geringer.

Es wurden nun bei Asthmatikern, die in Behandlung der Medizinischen Klinik standen, mit dem Fleisch'schen Pneumotachographen Untersuchungen über den medikamentösen Erfolg von einigen Asthmamitteln angestellt.

11 Kranke, die an Asthma bronchiale litten, wurden mit Asthmolysin behandelt. Es wurden jeweils 1 ccm Asthmolysin subkutan injiziert. Eine Kurve wurde jeweils vor, die anderen in gewissen Abständen, die in den Tabellen angegeben sind, geschrieben.

Es zeigte sich nun, daß bei sechs Kranken keinerlei Besserung, von diesen bei zweien sogar starkes Herzklopfen hinzutrat. Bei dreien mit schwerem Asthma bronchiale trat vollkommene Beschwerdefreiheit ein, ebenso bei zweien mit leichterem Asthma eine leichtere Besserung. Was nun das Kurvenbild angeht, so sieht man, daß bei den gebesserten Fällen eine Änderung zum normalen Pneumotachogramm eintritt; aber auch bei einigen anderen Kranken, die subjektiv keine Besserung spürten, ist eine Änderung un-

verkennbar, allerdings nicht ſo ausgeſprochen. Die Zahlenwerte, die ſich ergaben, ſind in den folgenden Tabellen gezeigt. Fall 1—6 ohne ſubjektive Beſſerung. Fall 7—9 mit vollkommener Beſchwerdefreiheit. Fall 10—11 leichte Beſſerung.

Die Inſpirationszeit wie die Exſpirationszeit weiſen gewiſſe Schwankungen auf, die einmal ſteigende, einmal fallende Tendenz zeigen. Ebenſo verhält es ſich in Fall 1—6 mit der größten Geſchwindigkeit, während bei den übrigen doch ziemlich konſtant eine Zunahme erfolgt. Beim Inſpirationsvolumen findet man bei Fall 1—6 mehr fallende, bei Fall 7—11 mehr ſteigende Kurvenwerte. Beim Exſpirationsvolumen ſieht man dieſe Differenzen in den Kurvenwerten viel ausgeprägter. Bei den ungebeſſerten Fällen erhält man für das Minutenvolumen Zahlenwerte, die nur geringe Schwankungen aufweiſen, bei den drei Schwerkranken mit Beſſerung zeigt ſich eine ſtarke Zunahme desſelben. Bei den beiden letzten Fällen iſt das Gegenteil zu erkennen.

	Aufnahme	Inſpiration: Insp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittel	Exſpiration: Exsp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittel	Frequenz	Minutenvolumen
I.	Vor:	1,19	436	593	366	1,45	1,68	479	627	285	2,20	19	8280
	10'p	1,08	320	577	296	1,95	1,71	351	777	205	3,77	21	6880
	20'p	1,00	425	563	425	1,32	1,70	470	663	276	2,40	20	8710
II.	Vor:	0,91	462	720	508	1,41	2,10	597	517	284	1,77	18	8320
	4'p	0,98	513	800	524	1,52	2,41	583	600	241	2,48	17	9413
	10'p	1,10	454	678	413	1,64	3,55	547	525	154	3,40	12	5450
	20'p	0,99	533	825	538	1,53	2,41	569	570	236	2,41	17	9600
III.	Vor:	1,28	373	413	291	1,41	1,78	378	347	212	1,63	19	7090
	4'p	1,18	365	467	309	1,50	1,52	375	477	247	1,49	21	7670
	10'p	1,13	299	407	265	1,53	1,50	324	370	216	1,71	22	6580
	20'p	1,18	304	410	257	1,59	1,61	301	387	187	2,06	20	6290

I. Ra., 23 Jahre, Hilfsarbeiter.

II. We., 56 Jahre, Arbeiter.

III. Cha., 55 Jahre, Fuhrmann.

	Aufnahme	Inspiration:					Exspiration:					Frequenz	Minutenvolumen
		Insp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittl.	Exsp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittel		
	Vor:	0,85	234	390	275	1,41	1,24	265	402	213	1,88	28	6560
IV.	4'p	0,72	262	510	364	1,40	1,06	255	427	241	1,76	33	8650
	10'p	0,70	217	450	310	1,44	1,20	224	373	187	1,99	31	6740
	20'p	0,78	223	438	286	1,53	1,20	250	393	208	1,88	27	6030
	Vor:	1,05	479	620	456	1,36	1,25	552	670	442	1,51	23	11017
	1'p	1,12	478	547	427	1,28	1,52	532	660	350	1,88	21	10038
V.	4'p	1,25	649	743	519	1,43	1,51	561	737	371	1,51	21	13629
	20'p	0,95	402	623	423	1,47	1,65	479	547	290	1,88	22	9050
	30'p	1,00	387	583	387	1,50	1,48	455	553	308	1,79	23	8900
	Vor:	1,87	658	513	352	1,45	2,21	709	768	321	1,90	14	9210
	4'p	1,88	727	553	386	1,43	2,26	761	667	337	1,98	14	10100
VI.	10'p	1,60	516	483	322	1,49	2,10	568	727	270	2,68	16	8260
	20'p	1,51	603	583	399	1,46	1,99	661	703	332	2,11	17	10200
	30'p	1,55	565	560	364	1,53	1,75	643	750	367	2,04	18	10100
	Vor:	1,103	369	477	335	1,42	1,60	402	387	251	1,53	21	7750
	4'p	1,13	378	493	335	1,47	1,40	388	460	277	1,60	23	8710
VII.	10'p	1,20	402	507	335	1,51	1,40	414	430	296	1,45	22	8860
	20'p	1,10	389	547	353	1,54	1,32	436	500	330	1,51	24	9340
	30'p	1,10	455	597	413	1,44	1,20	452	580	376	1,54	24	12700
	Vor:	1,20	368	433	307	1,41	1,60	421	400	263	1,52	20	7370
	6'p	1,49	652	590	437	1,34	2,08	643	547	309	1,76	16	10400
VIII.	10'p	1,28	493	543	385	1,41	1,64	575	570	350	1,62	19	9370
	20'p	1,35	606	620	449	1,38	1,58	644	653	407	1,60	20	12100
	Vor:	1,08	388	447	359	1,25	1,20	416	437	346	1,26	23	8940
IX.	10'p	1,02	437	413	428	0,96	1,25	460	503	368	1,36	25	10900
	20'p	0,93	472	613	508	1,20	1,48	495	408	336	1,21	24	11300

IV. Ku., 30 Jahre, Hilfsdreher.

V. St., 41 Jahre, Beruf: Schloſſer.

VI. Ju., 45 Jahre, Beruf: Former.

VII. Wo., 57 Jahre, Steingutpacker.

VIII. Sö., 62 Jahre, Landarbeiter.

IX. Stev., 53 Jahre, Beruf: Stellwerksmeiſter.

	Aufnahme	Inſpiration:					Exſpiration:					Frequenz	Minutenvolumen
		Insp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittl.	Exsp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittel		
X.	Vor:	1,32	432	437	331	1,32	2,30	428	383	166	2,30	15	8740
	4'p	1,36	472	520	347	1,49	2,17	502	447	231	1,93	16	7560
	10'p	1,50	351	366	234	1,56	2,30	436	380	190	2,00	15	5450
	20'p	1,50	432	400	288	1,38	2,02	436	407	216	1,88	16	6920
IX.	Vor:	1,21	294	370	243	1,52	2,53	329	412	130	3,16	23	6770
	1'p	0,86	317	513	369	1,39	0,90	373	647	414	1,56	21	6670
	9'p	1,60	440	473	275	1,72	1,70	517	794	304	2,60	21	9240
	17'p	1,70	274	302	161	1,21	1,52	360	477	237	2,01	17	4670

X. Win., 38 Jahre, Bürogehilfe.
XI. Bol., 41 Jahre, Bäcker.

Es folgt eine Kurvenſerie von dem Kranken Wo. (Fall 7) am Schluß der Arbeit.

Ein anderes Aſthmamittel, das Taumaſthman, wurde bei fünf Kranken angewandt. Bei einem Kranken, der in ſtationärer Behandlung ſtand, konnte die Wirkung an zwei verſchiedenen Tagen kontrolliert werden. 2 Kranke zeigten keine Beſſerung, während die anderen drei auf das Mittel gut anſprachen. Die Wirkung ſetzte durchſchnittlich nach 4—7 Min. ein und hielt bis zu 2 Stunden an.

Als Beſſerung faßten wir es auf, wenn der Kranke angab, die Atemnot laſſe nach, er fühle ſich erleichtert, das Beengende auf der Bruſt falle. Alle objektiven Beſſerungen ſind aus der Kurve abzuleſen. Bei dem Kranken St. wirkte das Mittel im 2. Verſuch erſt nach 20 Minuten. Dieſes Mal wurden die Tabletten (2 Stück) kurz nach einer größeren Mahlzeit gegeben, ſodaß wahrſcheinlich die Reſorption und damit die Wirkung ſpäter eintrat. Die Kurven bei Pl. und Ro. zeigen keine beſondere Änderung; lediglich iſt bei Pl. eine ſtarke Aufſplitterung der Kurve zu beobachten, was wohl ſeine Erklärung in dem ſtarken Herzklopfen findet, das der Kranke

nach 6 Minuten bekam, und das ſo mit der Syſtole ſynchrone Zacken in dem Kurvenbilde verurſachte.

Die folgende Tabelle ſoll eine Überſicht über die Änderungen der Kurvenbilder geben:

\+ bedeutet Zunahme der Werte.
— bedeutet Abnahme der Werte.
○ bedeutet Gleichbleiben.
—+ bedeutet erſt Abnahme, dann Zunahme.

Name:	Ro.	Pl.	Bo.	So.	St.	St.(2)
Beſſerung:	—	—	+	+	+	+
Inſp'zeit:	—	—	+	+	+	+
Exſp'zeit:	○	+	+	+	+	+
vol. insp.:	—	—	+	+	+	+
vol. exsp.	—	—	+	+	+	+
gr. G. insp.	○	⊖	⊕	—+	—	—+
gr. G. ex.	○	—	+	+	+	+
Frequenz:	+	○	—	—	—	—
Minutenvol:	—	—	—	—	—	—

Taumasthman:

	Aufnahme	Inſpiration: Insp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittl.	Exſpiration: Exsp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittel	Frequenz	Minutenvolumen
	Vor:	1,70	343	320	201	1,58	1,80	371	303	206	1,47	16	5490
	4'p	1,31	278	306	212	1,44	1,72	321	296	187	1,58	19	5280
a)	10'p	1,50	291	313	194	1,61	1,80	350	290	194	1,49	17	4950
	20'p	1,38	323	353	234	1,50	1,70	339	293	199	1,47	18	5490

a) Ro., 23 Jahre, Bauarbeiter.

	Aufnahme	Inspiration: Insp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max / v. mittel	Exspiration: Exsp.-Zeit	vol.	gr. Geschw.	mittl. G.	v. max. / v. mittel	Frequenz	Minutenvolumen
	Vor:	1,40	414	517	296	1,74	1,78	471	617	265	2,32	18	7460
b)	7'p	1,61	445	500	276	1,80	2,35	504	493	197	2,49	14	6230
	10'p	1,34	336	453	251	1,80	1,89	394	537	208	2,57	18	6060
	20'p	1,18	336	493	284	1,75	3,05	365	433	119	3,62	17	5710
	Vor:	1,43	346	370	242	1,53	1,50	342	427	228	1,86	21	7260
	4'p	1,61	373	366	231	1,58	1,64	424	633	275	2,30	18	6720
c)	10'p	1,48	365	380	246	1,54	1,60	371	447	232	1,92	18	6570
	20'p	2,25	490	403	218	1,85	2,20	442	473	201	2,35	13	6380
	Vor:	1,14	444	549	389	1,41	1,95	478	577	245	2,35	18	7990
	10'p	1,20	504	643	421	1,53	3,29	502	365	152	2,39	13	6550
d)	20'p	1,25	500	626	416	1,50	2,78	531	431	191	2,83	14	7280
	30'p	1,50	397	407	265	1,53	3,20	391	316	122	2,58	12	4770
	Vor:	1,30	485	570	373	1,52	1,55	565	657	279	2,34	19	9210
	4'p	1,52	515	520	339	1,53	2,02	630	673	312	2,15	15	7730
e)	10'p	1,43	484	497	338	1,46	1,89	533	623	282	2,21	16	7750
	20'p	1,69	641	653	379	1,72	2,10	709	787	337	2,33	14	8980
	30'p	1,90	653	620	343	1,80	2,39	732	790	306	2,58	12	7840
	Vor:	1,33	611	653	459	1,42	1,89	618	643	327	1,96	17	10400
	4'p	1,30	532	643	409	1,57	1,96	548	640	279	2,29	18	9590
	10'p	1,25	519	663	415	1,59	1,88	513	640	273	2,34	19	9870
	20'p	1,24	514	637	416	1,53	1,83	490	643	272	2,36	18	9260
f)	30'p	1,42	699	760	492	1,54	2,04	721	784	353	2,21	15	10400
	60'p	2,02	792	660	392	1,68	2,95	674	487	228	2,13	11	8710
	75'p	2,61	867	643	332	1,93	3,79	942	577	248	2,32	9	7800
	90'p	2,80	905	617	323	1,90	4,25	966	547	227	2,40	7	6330
	120'p	3,89	954	507	245	2,06	5,52	1030	523	187	2,13	6	5720

b) Pl., 17 Jahre, kein Beruf.

c) Bo., 41 Jahre, Bäcker.

d) So., 63 Jahre, Kaufmann.

e) St., 41 Jahre, Schlosser (1. Aufnahme).

f) St., 41 Jahre, Schlosser (2. Aufnahme).

Es folgt eine Kurvenserie von dem Kranken St. mit Taumasthman am Schluß der Arbeit.

Bei einem Kranken, der mit ſtärkſter Atemnot in die Ambulanz der Mediziniſchen Klinik kam, konnte mit einer Inhalation von Bronchovydrin ſchlagartig Beſſerung erzielt werden. Vor der Inhalation konnte im Anfall eine Kurve geſchrieben werden. Der Kranke inhalierte dann aus einem Zerſtäubungsinhalator Bronchovydrin. Nach ungefähr 1 Minute trat Beſchwerdefreiheit ein, und es wurde ſofort wieder eine Kurve geſchrieben, und dieſes wiederholte ſich nach 10, 20 und 30 Minuten. Nach ungefähr 7 Minuten ſtellten ſich die Beſchwerden wieder ein und nahmen bis zum Ende des Verſuches, bis nach 30 Minuten, auf ihre alte Stärke wieder zu. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Überſicht über die gefundenen Zahlenwerte.

Pl.	Vor:	2'p	10'p	20'p	30'p
Insp'zeit	0,88	1,3	1,02	0,91	0,89
vol. insp.	589	844	467	454	508
gr. G. i.	907	917	613	690	840
mittl. G. v. max.	670	649	458	499	571
v. mittel i.	1,35	1,41	1,33	1,38	1,47
Frequenz:	25	18	20	23	27
Exsp'zeit:	1,59	2,10	1,95	1,72	1,47
vol. exsp.	594	957	466	485	561
gr. G. ex.	590	750	410	460	580
mittl. G. v. max.	373	455	239	283	382
v. mittel ex.	1,57	1,64	1,71	1,61	1,51
Minutenvol:	14 700	15 100	9 350	10 400	13 700

Inſpirationszeit und Exſpirationszeit werden nach der Inhalation ſtark verlängert, die Frequenz ſinkt ab. Das Inſpirations- und Exſpirationsvolumen ſind ſehr ſtark vergrößert. Nach ungefähr 10 Minuten nähern ſich die Werte den Ausgangszahlen, die ſie nach 30 Minuten wieder erreicht haben. Die ſubjektiven Beſchwerde-

empfindungen gingen den Änderungen im Pneumotachogramm parallel.

Mit Hilfe des Fleiſchchen Pneumotachographen wurden Aſthmakranke unterſucht. Sie wurden mit einem Mittel (Aſthmolyſin oder Taumaſthman), das vielfach die Beſchwerden ſolcher Kranker vermindert oder aufhebt, behandelt. Es wurde der Verſuch unternommen, durch das Pneumotachogramm Aufſchluß zu erhalten, ob die Wirkung ſolcher Arzneimittel auch objektiv Änderungen im Atmungsablauf d. h. im Pneumotachogramm erkennen läßt.

Unterſucht wurden elf Kranke, die 1 ccm Aſthmolyſin ſubkutan injiziert bekamen und 5 Kranke, die je 2 Tabletten Traumaſthman per oral verabreicht bekamen. Subjektive Beſchwerdefreiheit ſtellte ſich bei insgeſamt 8 Kranken ein. Von dieſen zeigten faſt alle eine deutliche Änderung des Pneumotachogrammes. Es ergab ſich nach Aſthmolyſin eine Zunahme des Minutenvolumens, bei Taumaſthman aber eine Abnahme. Das ſcheint auf den erſten Blick ein Widerſpruch zu ſein, iſt aber ſehr wahrſcheinlich bedingt dadurch, daß der therapeutiſche Erfolg erzielt wird durch Verſchiedenheit im pharmakologiſchen Angriff. Dafür ſpricht auch die Tatſache, daß bei mehreren Kranken Aſthmolyſin ſubjektiv und objektiv Effekt brachte, Taumaſthman dagegen wirkungslos blieb, wie bei anderen Kranken das Umgekehrte der Fall war. Aus den Unterſuchungen geht hervor, daß man bei der therapeutiſchen Wirkſamkeit eines Aſthmamittels nicht generell von einer Normaliſierung der Atmung ſprechen kann, ſondern daß die Beſſerung des Krankheitszuſtandes mit individuell ſehr verſchiedenen Atmungsänderungen einhergeht.

Literaturangabe:

I. **Archiv für klinische Medizin**

a) Engelhard: Der Wert der Spirometrie für die Klinik der Herzkrankheiten mit Lungenstauung und ihr Ausbau zu einer Funktionsprüfung. 156 (1927) S. 1.

b) Engelmann: Das pneumotachographische Bild des Asthma bronchiale. 157 (1927) S. 280.

c) Thiel und Quedenau: Pneumotachographische Studien. 167 (1930) S. 196.

II. **Klinische Wochenschrift**

a) Hartwich: Das Pneumotachogramm bei einigen Erkrankungen der Lunge und Luftwege. 1929 II. Bd. S. 1902.

III. **Ergebnisse der gesamten Medizin**

(Th. Brugsch)

Hochrein und Schneyer: Klinische Pneumotachographie. 18. Band. S. 1.

IV. **Asher-Spiro**

Fleisch: Ergebnisse über mechanische und propriozeptive Steuerung der Atmung. 36 (1934) S. 249.

V. **Zeitschrift für exp. Medizin**

Hartwich: Pneumotachographische Untersuchungen über die Atemverhältnisse bei Hyper- und Dyspnoischen. 69 (1930) S. 482.

VI. **Die med. Welt**

Herbst: Die Wechselbeziehungen von Atmung und Kreislauf. 10. Jahrgang Nr. 2. S. 41.

VII. **Zeitschrift für klinische Medizin**

a) Stähelin und Schütze: Spirographische Untersuchungen an Gesunden, Empysematikern und Asthmatikern. 75 (1912) S. 15.

b) Neergard und Wirz:

1. Über eine Methode zur Messung der Lungenelastizität. 105 (1927) S. 35.

2. Die Messung der Strömungswiderstände in den Atem-

wegen des Menſchen bei Aſthma und Emphyſem. 105 (1927) S. 51.

c) Wittkower und Petow: Beiträge zur Klinik des Aſthma bronchiale und verwandter Zuſtände. 105 (1927) S. 215.

d) Schneyer: Pneumotachographiſche Regiſtrierung bei Stenoſeatmung. 114 (1930) S. 579.

VIII. **Archiv für experimentelle Pathologie**

a) Cloetta: Zur experimentellen Pathologie und Therapie des Aſthma brochiale. 73 (1913) S. 233.

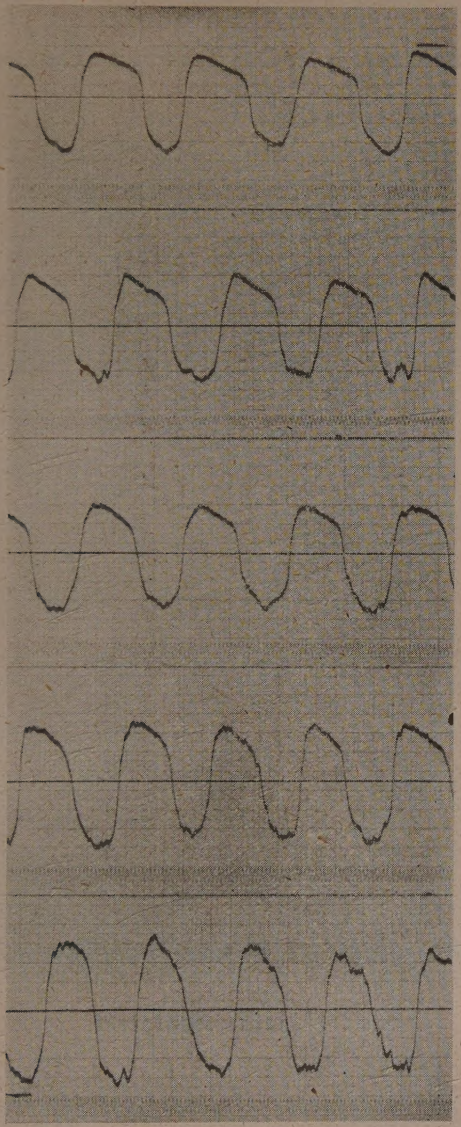
b) Fröhlich und Pick: Zur Kenntnis der Hypophyſenpräparate. 74 (1913) S. 92.

Es ſei mir an dieſer Stelle geſtattet, Herrn Dozenten Dr. Heymer und Herrn Prof. Dr. Martini für die liebenswürdige Überlaſſung der Arbeit ſowie für die freundliche Unterſtützung meinen beſten Dank auszuſprechen.

Lebenslauf.

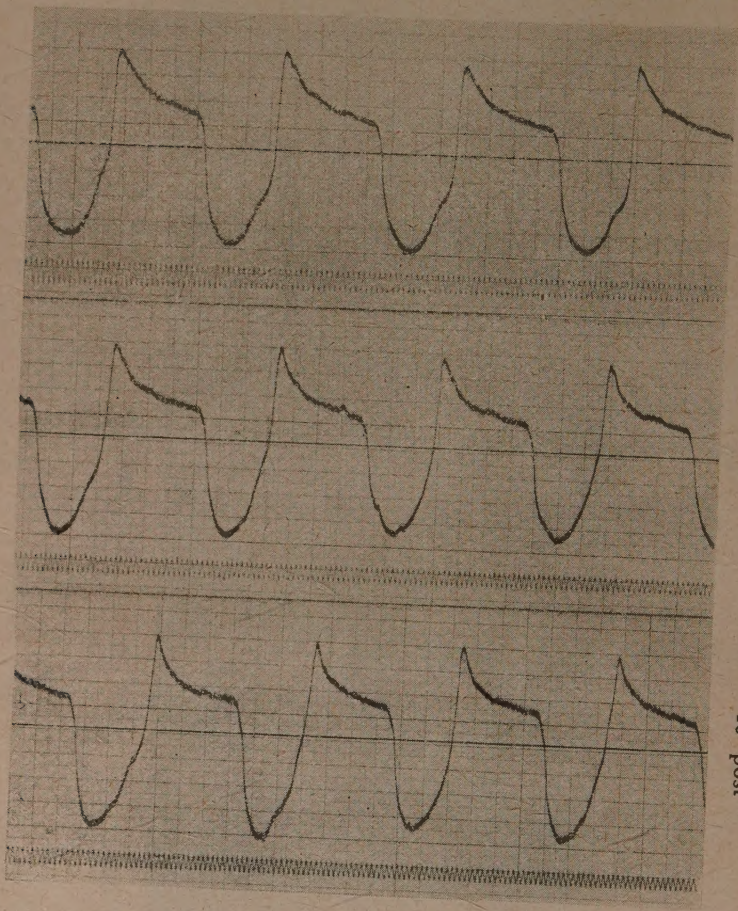
Am 27. Auguſt 1912 wurde ich, Lothar Walters, als Sohn des Studienrates Dr. Ludwig Walters in Montabaur geboren. Nach vierjährigem Beſuch der Volksſchule war ich 9 Jahre lang Schüler des Kaiſer-Wilhelm-Gymnaſiums in Montabaur, das ich Oſtern 1931 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Dann ſtudierte ich 5 Semeſter Medizin an der Univerſität in Münſter i. W. und beſtand dort am Schluß des Sommerſemeſters 1933 mein Phyſikum. Das erſte kliniſche Semeſter war ich in München. Seit dem S.S. 1934 ſtudiere ich in Bonn und beſtand im WH. 36/37 in Bonn das ärztliche Staatsexamen.

Injektion von 1 ccm Asthmolysin.

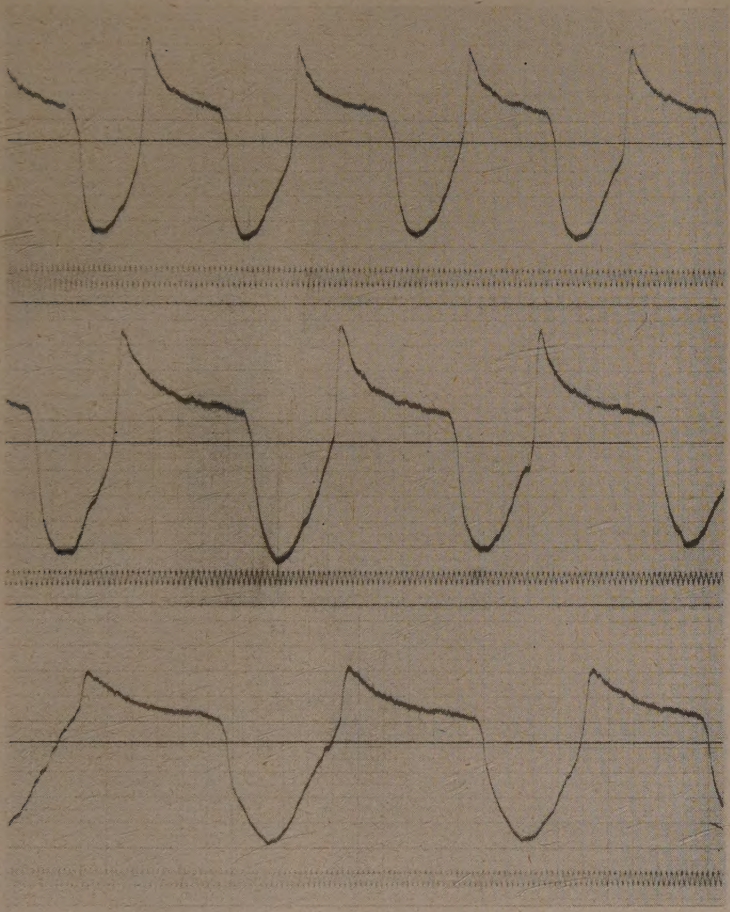


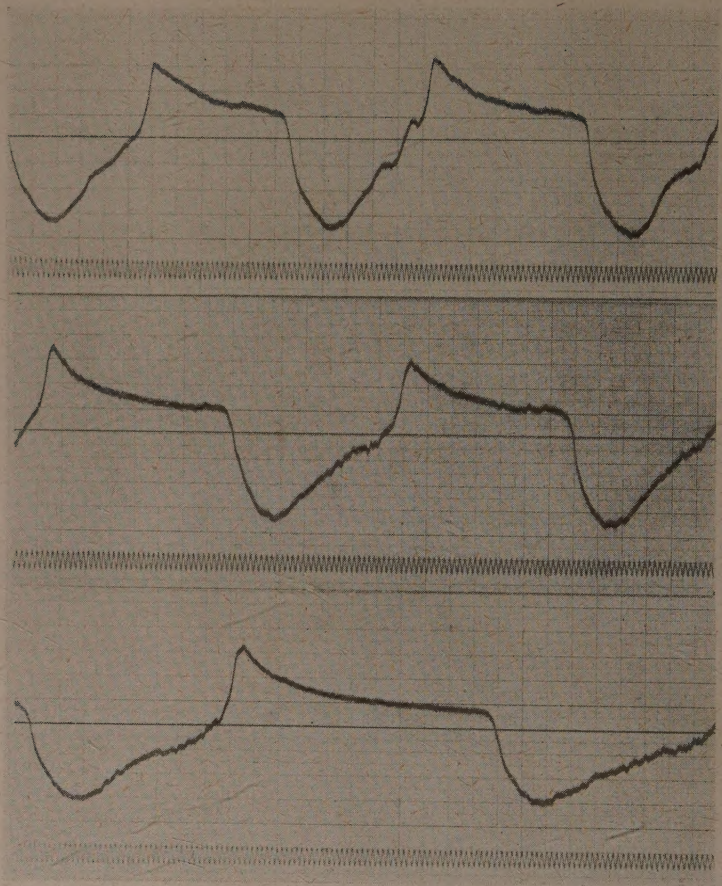
Wo. 57 Jahre Steingutpacker.

Orale Verabreichung von 2 Tabletten Taumasthman.



Ste. 41 Jahre Schlosser.


20' post
30' post
60' post


75' post
90' post
120' post